

Influencia del lavado de frutos sobre determinados parámetros de calidad de un aceite de oliva virgen extra ecológico

Pedro Vallesquino Laguna¹, Antonio Jesús Puentes Campos¹, Juan Gabriel Puentes Campos², María Vergillos Moreno³, Rosario Sánchez Marín³, Brígida Jiménez Herrera³.

¹ Dpto. Bromat. y Tecn. de los Alimentos. ETSIAM - Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales s/n, 14080, Córdoba (España).

² Dpto. de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas s/n, 23071, Jaén (España)

³ Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica, Antigua Ctra. Cabra-Doña Mencía, Km. 2.5, 14940, Córdoba (España).

RESUMEN

Como resultados preliminares de un proyecto aún en desarrollo, donde se pretende estudiar la influencia de la operación del lavado de frutos sobre la calidad reglamentada del aceite de oliva virgen extra, se presenta este trabajo en el que serán evaluados ciertos parámetros analíticos (grado de acidez, índice de peróxidos, absorbancia en el ultravioleta y estabilidad oxidativa) de un aceite de oliva virgen extraído de aceitunas de la variedad Picual cultivada bajo producción ecológica. A tal fin, y a partir de 60 muestras de aceituna escogidas al azar durante un periodo de cosecha temprana, se obtuvieron los correspondientes aceites aplicando, según el caso, el "lavado" o el "no lavado" de los frutos. De acuerdo con los valores obtenidos, puede destacarse que, bajo las condiciones en las que fue realizado este estudio, no existe una diferencia relevante (en lo que a calidad reglamentada se refiere) entre los aceites procedentes del "lavado" y del "no lavado" de frutos. Este hecho podría ser un elemento a considerar por los productores del sector a la hora de tomar decisiones en sus procesos de fabricación.

Palabras clave: *operación de lavado, aceite de oliva, producción ecológica, índice de madurez, acidez, peróxidos, K_{232} , K_{270} , estabilidad oxidativa.*

INTRODUCCIÓN

La producción de aceite de oliva es, desde hace milenios, una importante industria con origen en la cuenca Mediterránea. Actualmente, esta actividad está extendida por muchos países del mundo, siendo España su principal exponente [1]. Por su importancia en la regulación y evolución de este producto, el Consejo Oleícola Internacional y la Unión Europea definen las normas y parámetros que se valoran para clasificar la calidad final de los aceites [2, 3]. Con este marco de fondo, muchos productores e investigadores vienen dedicando, desde hace tiempo, grandes esfuerzos para obtener y conocer la forma de elaborar productos de gran calidad bajo un entorno variable de factores medioambientales, agronómicos o tecnológicos no siempre controlables [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,12]. Sin

embargo, la relación entre calidad final y las operaciones preliminares que se realizan sobre el fruto (entre las que se encuentra su lavado) no ha sido muy estudiada [12].

La operación de lavado se realiza tras la recepción del fruto en la planta y es el profesional responsable quien decide sobre la necesidad o no de llevarla a cabo. Normalmente, el lavado se aplica cuando el fruto procede del suelo, dado que puede contener restos de tierra, pequeñas piedras etc. Para algunos autores, esta operación debería realizarse sólo cuando sea estrictamente necesario (fruto del suelo), dado que puede reducir la extractabilidad, la concentración de fenoles, la estabilidad oxidativa, el amargor y la puntuación en el análisis sensorial [13].

En el contexto planteado, se presenta este trabajo (enmarcado en un proyecto aún en desarrollo) cuyo objetivo es determinar la influencia de la operación de lavado sobre determinados parámetros de calidad de un aceite de oliva virgen extra procedente de un cultivo ecológico. Los resultados que serán presentados se refieren al grado de acidez, el índice de peróxidos, la absorbancia en la región ultravioleta (K_{232} , K_{270}) y la estabilidad oxidativa de diversas muestras obtenidas en un periodo de recolección temprana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se han utilizado aceitunas de la variedad 'Picual' aportadas por una explotación de olivar ecológico de secano situada en Alcaudete (Provincia de Jaén, España) y con marco de plantación tradicional. Los frutos fueron recogidos antes del mes de diciembre del año 2013, coincidiendo en términos generales con la campaña de recolección que normalmente siguen los propietarios de la finca. El periodo de muestreo abarcó desde el 29 de octubre hasta el 29 de noviembre (ambos inclusive), y como promedio se dedicaron alrededor de 3 días de muestreo por

semana. En ningún caso se tomó aceituna del suelo para elaborar los aceites que posteriormente serían analizados.

Preparación de la muestra

En un día dado, la toma de muestras en campo se hizo al azar seleccionando dos lotes de 15 kg de aceituna cada uno. Una vez en el laboratorio del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) de Cabra, cada lote era homogeneizado y dividido a su vez en dos muestras de 7,5 kg.

Peso medio de 100 frutos e índice de madurez

De cada una de las muestras antes citadas se procedió a tomar 100 frutos al azar y se efectuó su pesado en una balanza calibrada. El índice de madurez (I.M) fue medido utilizando el método propuesto por Ferreira [14]. Con tal fin, tras el pesado de los 100 frutos se pasaba a su clasificación en 8 categorías dependiendo de su pigmentación (desde la clase 0 para frutos con la piel verde intenso hasta la clase 7 para aquellos con la piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso). El I.M de la muestra se calculaba como la media ponderada entre las categorías observadas en los 100 frutos tomados.

Lavado de frutos

Tras la medida del peso e I.M, de las muestras iniciales dos se dejaban intactas y las otras dos eran lavadas, de forma independiente, en un bidón de 50 litros de capacidad (en el que se habían introducido unos 20 litros de agua potable). Para simular un lavado dinámico a escala industrial, el agua en el interior del bidón era removida durante 2 minutos por medio de aire comprimido procedente de un depósito regulado a una presión aproximada de 6 bares.

Extracción del aceite

En todas las muestras el aceite ha sido extraído mediante el sistema Abencor. Este equipamiento dispone de un molino de martillos, una termo-batidora y una centrífuga vertical. Mediante una tolva se introducían las aceitunas en el molino de martillos, donde eran molturadas a 3000 rpm. La pasta obtenida se homogeneizaba y se llevaba rápidamente a la termo-batidora, adicionando un 0,3 % (en peso) de micro talco natural a los 10 minutos de batido y un 15% (en peso) de agua potable 10 minutos después. El tiempo total de termo-batido era de 30 minutos a una temperatura de 25 °C. A continuación, la pasta se centrifugaba durante 3 minutos a 3500 rpm, separando de este modo las fases sólida y líquida presentes en la misma. Posteriormente, por decantación natural y por filtración (usando diferentes embudos y papel de

filtro) se separaba el aceite del agua e impurezas que pudiera contener la fase líquida obtenida de la centrifugación. Tras esto, el aceite se conservaba a 4 °C (en diferentes frascos) a la espera de ser analizada.

Determinación de los parámetros de calidad físico-química reglamentada

Los parámetros de calidad físico-química considerados en este trabajo (grado de acidez, índice de peróxidos y coeficientes de absorción K_{232} y K_{270}) se determinaron siguiendo los métodos analíticos detallados en el Reglamento CEE 2568/91 y sus modificaciones posteriores [15].

Determinación de la estabilidad oxidativa

La estabilidad oxidativa se determinó mediante un equipo Rancimat, siguiendo el método propuesto por Gutiérrez [16]. Esta estabilidad se basa en el tiempo de inducción a la oxidación que se registra con el Rancimat Metrohm (Herisau, Switzerland) utilizando una muestra de 3,5 g de aceite bajo unas condiciones de trabajo de 100°C de temperatura y un flujo de aire de 10 l/h.

Análisis estadístico

En el análisis de los resultados de los ensayos de calidad físico-química y de estabilidad oxidativa se ha aplicado el método de Shewhart [17, 18] para distinguir la presencia de tendencias o de valores que puedan ser anómalos. En cada caso, y con el fin de establecer los límites de variación de los datos obtenidos, se han indicado las líneas de aviso superior e inferior (LA_s y LA_i , con probabilidad de ocurrencia entre ellas del 95,4%), las líneas de control superior e inferior (LC_s y LC_i , con probabilidad entre ellas del 99,7%), y la línea LM (con igual probabilidad de ocurrencia a ambos lados de la misma). En aquellas poblaciones que han mostrado un comportamiento alejado de la distribución Normal (caso de los valores de K_{270} y los de estabilidad oxidativa por Rancimat) se ha utilizado una transformación inversa para poder fijar las líneas antes referidas. En este punto, debe señalarse que en el cálculo de LA_s , LA_i , LC_s , LC_i y LM sólo se han considerado los datos procedentes de los ensayos de las muestras “no lavadas”. Con fines comparativos, los datos de los ensayos de las muestras “lavadas” han sido proyectados con posterioridad (al establecimiento de los límites citados) para poner de relevancia las posibles diferencias entre tratamientos. Como complemento a esta información, se han llevado a cabo también test de medias (prueba t) y varianzas (prueba F) para contrastar la homogeneidad entre poblaciones de muestras “lavadas” y “no lavadas”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las **Figuras 1–7** se muestran gráficamente, y en función del tiempo, los resultados de los ensayos anteriormente descritos. Asimismo, en la **Tabla 1** se indican los valores de la probabilidad P de error en el rechazo [17] para los test realizados con las medias y las varianzas de las poblaciones de datos procedentes de los ensayos de “lavado” y de “no lavado” (nótese que los valores de estabilidad oxidativa y de K_{232} se muestran a la inversa, pues bajo esa forma ha sido posible hacer los contrastes correspondientes bajo el supuesto de normalidad). De los resultados obtenidos son destacables las cuestiones que a continuación se detallan:

- El índice de madurez (I.M) medio de las muestras tomadas se ha situado en torno a 2.1 y su rango de variación ha oscilado aproximadamente entre 0.8 y 4, existiendo claramente una tendencia ascendente tal y como puede observarse en la **Figura 1**. Teniendo presente las recomendaciones de algunos autores [19, 20], que sitúan el momento óptimo de inicio de la recolección cuando el I.M es próximo a 3,5, se entiende en este caso que las tareas de recogida se han desarrollado de forma muy temprana y en fases muy iniciales de la maduración. No obstante, recientes estudios [21, 22] demuestran que para olivares de ‘Picual’ la recolección muy temprana suele llevar asociada una mejor calidad y estabilidad de los aceites, valoración que en general está en línea con los resultados que se comentan más adelante. Asimismo, y para el cultivo y zona tratados en este trabajo [19, 21], el rendimiento graso sobre materia seca suele ser del orden o superior al 40% cuando el I.M > 2, hecho que justifica el calendario de cosecha normalmente elegido por los propietarios de la explotación que suministra las muestras.

- En las medidas realizadas, el peso medio de 100 frutos se ha situado alrededor de los 300 g, con una oscilación máxima cercana a los ± 70 g (ver **Figura 2**). No se observa una tendencia clara en los datos obtenidos, lo que puede indicar que el crecimiento del fruto ya había acabado antes de la recolección. Asimismo, y dado que el periodo de recogida fue corto (32 días) y sin lluvias, es razonable asumir que la estabilidad en el peso de los frutos se haya mantenido por no existir, en valores absolutos, pérdidas (o ganancias) de humedad apreciables. Todas las muestras procedían de plantas de la misma variedad (‘Picual’) que habían recibido iguales tratamientos agronómicos.

- Como promedio, el grado de acidez (%) de las muestras sin lavar es ligeramente diferente al de las muestras lavadas. Tanto la media como la varianza presentan valores de $P < 0.05$ (ver **Tabla 1**), y en la **Figura 3** se observa que la mayor parte de los puntos de las muestras lavadas se encuentran por

debajo de las no lavadas. Aun así, casi todos los datos presentados se encuentran en un estrecho margen (entre el 0,18% – 0,31%, muy por debajo del límite legal del 0,8 % establecido para los aceites vírgenes extra) lo que sugiere que la diferencia entre tratamientos (lavado vs no lavado) no parece muy importante.

- En lo que se refiere al tiempo de estabilidad oxidativa (T.E.O), no es concluyente establecer que las medias de las muestras “lavadas” y “no lavadas” puedan ser iguales ($P = 0.053$, ver tabla 1). A diferencia de lo que ocurriese con el grado de acidez, en los ensayos de Rancimat las muestras no lavadas presentan ligeramente un mejor comportamiento que las que fueron lavadas (ver **Figura 4**). Asimismo, sobre la segunda mitad del periodo de ensayo se observa, a grandes rasgos, que buena parte de los datos obtenidos tienden a situarse por debajo de la línea LM, evolución que también ha sido descrita por Jiménez *et al.*, 2014 [9]. En todo caso, la estabilidad de las muestras es digna de mención, pues se sitúa en torno a 6 – 10 días (144 – 240 h) en casi todas las medidas. Teniendo en cuenta los resultados presentados en otros trabajos [22, 23], la tendencia descendente observada en la **Figura 4** podría ser explicada en parte por el aumento del índice de madurez de los frutos recolectados y, probablemente en menor medida, por la conservación frigorífica a la que se tuvo que recurrir para poder llevar a cabo todas las pruebas aquí descritas.

- El índice de peróxidos (en meq O_2 activo/kg aceite) parece mostrar una ligera tendencia ascendente que no queda del todo afianzada por el corto periodo de recolección seguido. Tendencia inversa a la reportada por Jiménez *et al.*, (2014) y por Salvador *et al.*, (2001) [9, 24], que observaron un comportamiento inversamente proporcional entre el índice de madurez y el índice de peróxidos, efecto que atribuyen al incremento de la actividad lipoxigenasa. No obstante, algunos de los autores anteriores también constatan que puede darse la misma evolución que la aquí presentada [24], hecho que podría merecer atención en estudios futuros. El comportamiento de las muestras lavadas y no lavadas es similar respecto de este parámetro, siendo estadísticamente muy probable que la media y la varianza de ambas poblaciones sean iguales (ver valores de P en tabla 1). Los datos representados en la **Figura 5** quedan bastante alejados del límite legal de 20 meq O_2 activo/kg aceite, hecho que refleja que el estado de oxidación de los aceites analizados es muy bajo.

- Los valores de absorbancia en la región ultravioleta del espectro electromagnético (K_{232} y K_{270} , ver **Figuras 6 y 7**) ponen de manifiesto que no existen diferencias significativas entre las muestras lavadas y sin lavar (véanse también los valores de P en la

tabla 1). No obstante, es observable en la **Figura 6** que algunos valores del K_{232} son excesivamente altos (por encima de las líneas de aviso o control e incluso más allá del límite legal de 2,5 para aceites vírgenes extra). La razón de esta posible anomalía puede residir en la propia metodología de ensayo seguida, en la que a partir de muestras muy pequeñas (del orden de 0,05 g de aceite), diluidas en ciclohexano, son tomados los valores de absorbancia. Con ese tamaño de muestra cualquier contaminación o sustancia extraña, que pueda afectar al aceite, puede tener gran relevancia en los valores de absorbancia medidos. El aumento del número de repeticiones en los ensayos (del orden de 5 o más), y el desecho de extremos entre repeticiones, serán medidas preventivas a considerar en el futuro para evitar este tipo de anómalos.

Respecto de los valores de K_{270} (**Figura 7**) parece apreciarse una tendencia descendente para ambos tratamientos (lavado y no lavado), acorde con Jiménez et al., (2014) [9], que puede estar relacionada con la presencia de clorofilas [20]. Este hecho no es nada descartable pues recuérdese que el índice de madurez medio de las muestras se situó en torno a 2,1 (ver **Figura 1**). La presencia de estos pigmentos ha sido relacionada con posibles evoluciones no favorables en la actividad oxidativa en los aceites [25, 26]. Sin embargo, dada la estabilidad mostrada en los análisis de Rancimat presentados (ver **Figura 4**), parece ser que, en este caso, dicho factor ha podido tener una importancia menos relevante al haber conservado las muestras bajo refrigeración (4 °C) y preservadas de la luz.

CONCLUSIONES

La calidad reglamentada del aceite de oliva puede depender de muchos factores a lo largo de su proceso productivo, y en este trabajo se ha estudiado si el lavado de frutos puede ser un factor determinante a la hora de elaborar aceites de calidad virgen extra procedentes de olivar ecológico. De acuerdo con los parámetros analíticos considerados, es relevante que, bajo las condiciones en las que fue realizado este estudio, no existe una diferencia reseñable entre los aceites obtenidos a partir del lavado de frutos de aquellos que fueron elaborados sin lavado previo. Siendo conscientes del escenario de crisis que nos rodea, y del que no son ajenos los productores del sector del aceite de oliva, se entiende que los resultados de este trabajo podrían ser un elemento a considerar en la toma de decisiones sobre el calendario de recolección a seguir, y sobre si lavar o no lavar los frutos, por el

ahorro de costes que podría lograrse sin por ello causar merma alguna de calidad.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero reconocimiento por la labor de soporte y apoyo prestado por la empresa Alcanova S.L. en la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. IOOC. (2014). Cifras Aceite de Oliva. Recurso web (11/02/2015): <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>
2. IOOC. (2015). Trade standard applying to olive oil and olive-pomace oils. COI/T.15/NC no. 3/Rev. 8. Recurso web (20/02/2015): <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/222-standards>
3. UE. (2013). Reglamento de ejecución (UE) No. 299/2013. Diario Oficial de la Unión Europea, L90, 52 – 70. Recurso web (11/02/2015): <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2013-80578#analisis>.
4. Jiménez, B., Callejón, R., Sánchez-Ortiz, A., Ortega, E., Lorenzo, M.L., Rivas, A. (2014). Agronomic parameters, quality indices, and sensory attributes of virgin olive oils from Hojiblanca and Picudo varieties from three successive crop years. Euro J Lipid Sci Technol. 116, 1647-53.
5. Patumi, M., D'andria, R., Marsilio, V., Fontanazza, G., Morelli, G., Lanza, B. (2002). Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. Food Chem. 77, 27–34.
6. Sánchez-Ortiz, A., Pérez, A.G., Sanz, C. (2007). Cultivar Differences on Nonesterified Polyunsaturated Fatty Acid as a Limiting Factor for the Biogenesis of Virgin Olive Oil Aroma. J Agric Food Chem. 55, 7869- 7869 – 7873.
7. Morales-Sillero, A., García, J.M, Torres-Ruiz, J.M, Monteo, A., Sánchez-Ortiz, A., Fernández, J.E. (2013). Is the productive performance of olive trees under localized irrigation affected by leaving some roots in drying soil? Agr Water Manage. 123, 79-92.
8. Jiménez, B., Sánchez-Ortiz, A., Rivas, A. (2014). Influence of the malaxation time and olive ripening stage on oil quality and phenolic compounds of virgin olive oils. Int J Food Sci Tech. 49(2), 2521-2527.
9. Jiménez, B., Sánchez-Ortiz, A., Lorenzo, M.L., Rivas, A. (2014). Effect of organic cultivation of Picual and Hojiblanca olive varieties on the quality of virgin olive oil at four ripening stages. Euro J Lipid Sci Tech. 116(12), 1634-1646.
10. Bengana, M., Bakhouch, A., Lozano-Sánchez, J., Amir, Y., Youyou, A., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (2013). Influence of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of Chemical extra-virgin olive oil. Food Res Int 54, 1868–1875.
11. Sola-Guirado, R.R., Castro-García, S., Blanco-Roldán, G.L., Jiménez-Jiménez, F., Castillo-Ruiz, F.J., Gil-Ribes J.A. (2014). Traditional olive tree response to oil olive harvesting technologies. Biosyst Eng. 118, 186-193.
12. Hermoso, M., González, J., Uceda, M., García-Ortiz, A., Morales, J., Frías, L., Fernández A. (1996). Elaboración de aceite de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Recurso web (11/02/2015):

- http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337166142/Elaboracion_de_aceite.pdf.
13. Uceda, M., Jiménez, A., Beltrán, G. (2006). Trends in olive oil production. *Grasas Aceites*, 57 (1), 25-31.
 14. Ferreira, J. (1979). Explotaciones olivícolas colaboradoras nº 5. Ministerio de Agricultura. Madrid (España).
 15. UE. (1991). Reglamento (CEE) No. 2568/91. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L248, 1 – 83. Recurso web (11/02/2015): <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1991-81272# analisis>.
 16. Gutiérrez, F. (1989). Determination of the oxidative stability of virgin olive oils: Comparison of the active oxygen and the Rancimat methods. *Grasas y Aceites* 1989, 40, 1–5.
 17. Montgomery, D.C. (2004). Introduction to Statistical Quality Control. Ed. Wiley. Hoboken. New Jersey. USA.
 18. Box, G., Luceño, A., Paniagua-Quinones, M.C. (2009). Statistical Control by Monitoring and Feedback Adjustment. Ed. Wiley. Hoboken. New Jersey. USA.
 19. Civantos, L. (2003). ¿Cuándo iniciar la recolección de aceitunas en Jaén? *Agricultura Revista Agropecuaria*, Año LXXII, Nº 851, pp. 338 – 343.
 20. García-Ortiz, C., Morales, J. (2003). La recolección de la aceituna y su influencia en la calidad del aceite. *Agricultura: revista agropecuaria*, Año LXXII, Nº 857, pp. 840 – 845.
 21. Úbeda, M. (2011). Momento óptimo de recolección de las principales variedades de Andalucía: aplicación en distintas almazaras para la obtención de aceites de calidad. Trabajo Profesional Fin de Carrera. Universidad de Córdoba (España).
 22. Franco, M.N., Galeano-Díaz, T., Sánchez, J., De Miguel, C., Martín-Vertedor, D. (2014). Antioxidant capacity of the phenolic fraction and its effect on the oxidative stability of olive oil varieties grown in the southwest of Spain. *Grasas Aceites* 65 (1): e004. Recurso Web (11/02/2015): <http://dx.doi.org/10.3989/gya.051513>.
 23. Pardo, J.E., Serrano-Díaz, J., Sena, E., Carmona, M., Álvarez-Ortí, M., López, E., Alonso, G. (2013). Influencia de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad y estabilidad de los aceites de oliva virgen aromatizados al azafrán. *Actas del XVI Simposio Científico-Técnico del Aceite de Oliva – Expoliva 2013*. Jaén (España).
 24. Salvador MD., Aranda F., Fregapane G., 2001. Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality. A study of four successive crop seasons. *Food Chem.* 73, 45–53.
 25. Cerretani, L., Gómez, A.M., Bendini, A. (2010). Aspectos tecnológicos de la producción del aceite de oliva. *El Aceite de Oliva Virgen: Tesoro de Andalucía*. Servicio de Publicaciones de la Fundación Unicaja. Málaga (España). Recurso web (11/02/2015): <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/vscripts/wbi/w/rec/4423.pdf>
 26. Smaoui, S., Ben Hssine, K., Kammoun, N.G. (2013). Physico-chemical characteristics and oxidative stability of virgin olive oils in relation to mixing temperature, ripening index and storage conditions. *Actas del XVI Simposio Científico-Técnico del Aceite de Oliva – Expoliva 2013*. Jaén (España).

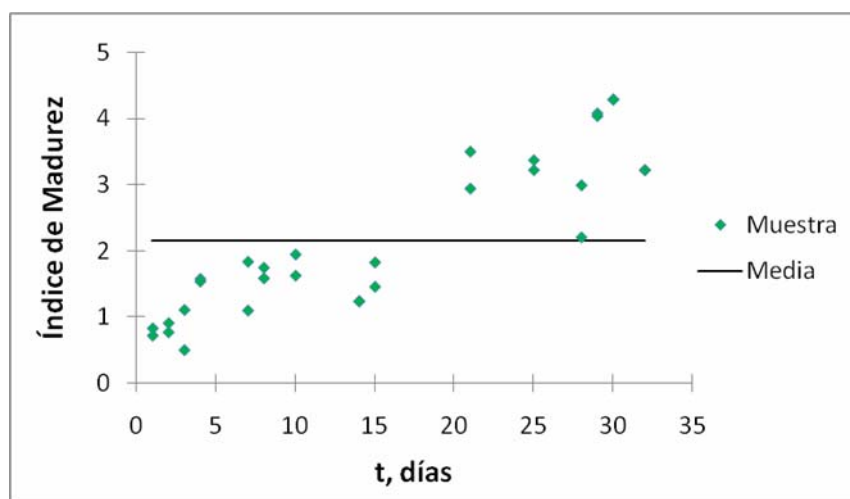


Figura 1. Evolución del índice de madurez

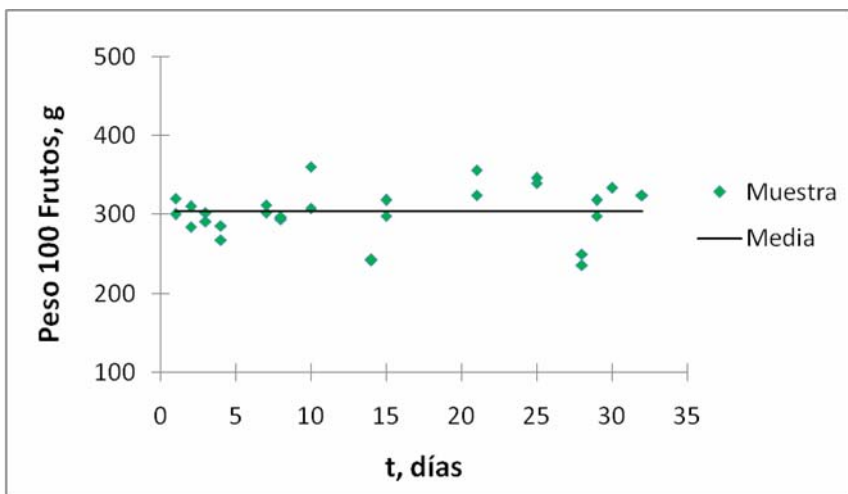


Figura 2. Evolución del peso de 100 frutos (g)

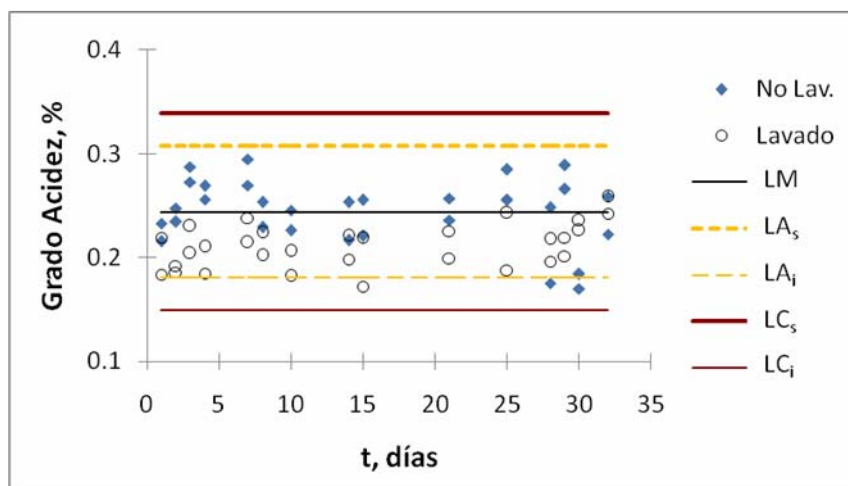


Figura 3. Evolución del grado de acidez (%)

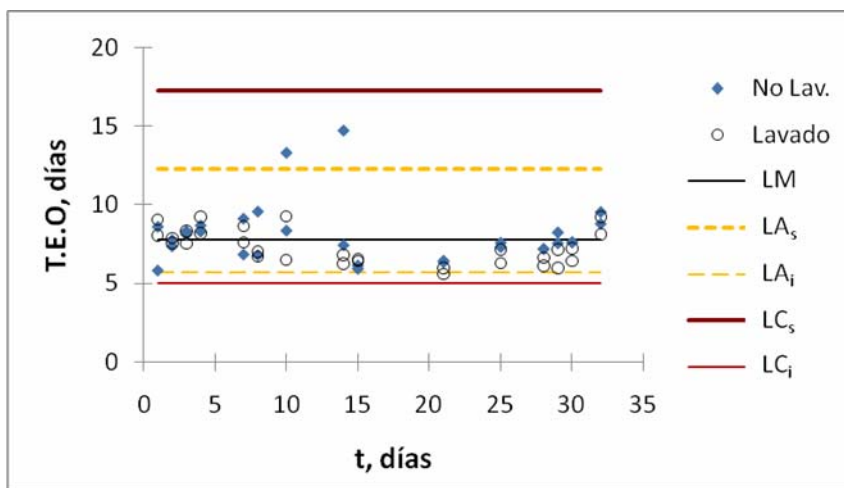


Figura 4. Evolución del tiempo de estabilidad oxidativa, T.E.O (días)

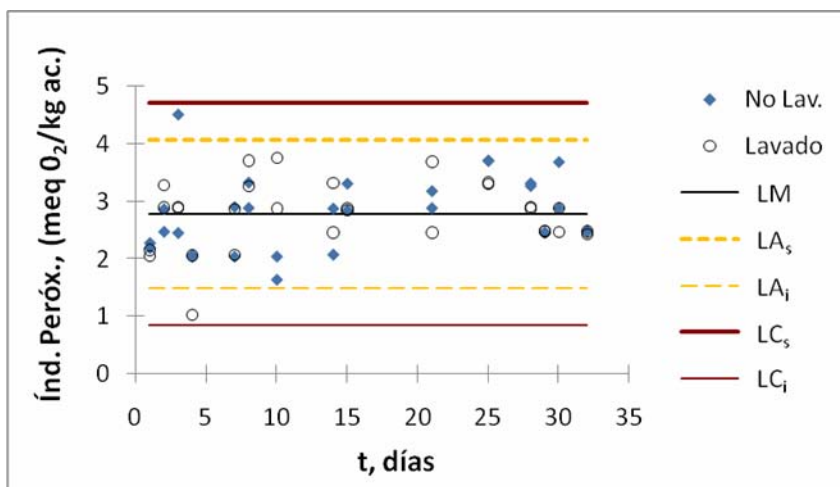


Figura 5. Evolución del índice de peróxidos (meq O₂ / kg aceite)

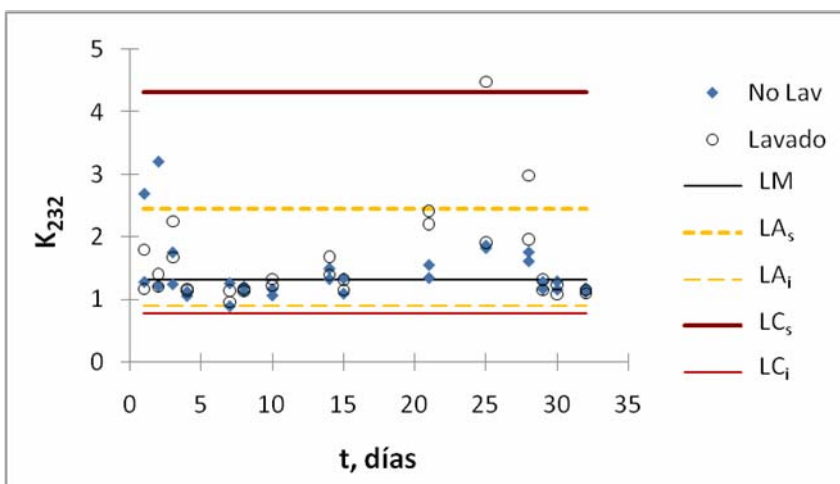


Figura 6. Evolución del coeficiente K₂₃₂

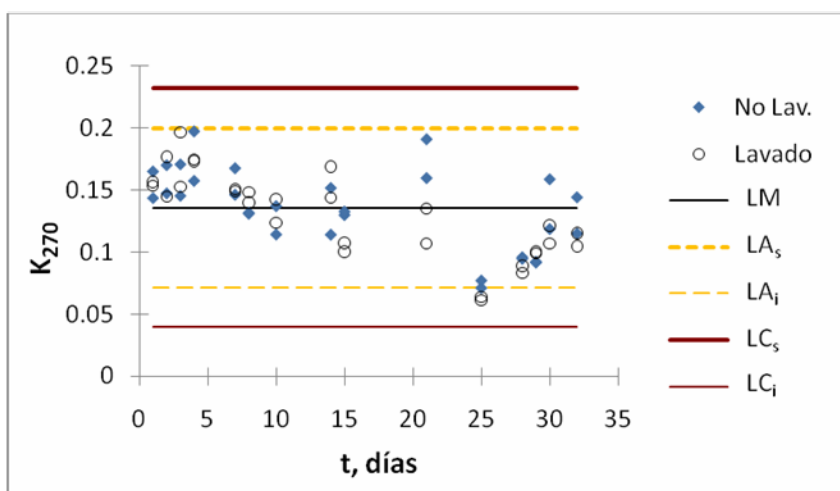


Figura 7. Evolución del coeficiente K₂₇₀

Tabla 1. Parámetros estadísticos relevantes de los ensayos de “lavado” y de “no lavado”

	Acidez (%)	1 / (T.E.O) (días⁻¹)	Peroxidos (meq O₂ activo / kg aceite)	1 / K₂₃₂ (-)	K₂₇₀ (-)
Media Lavado	0,211	0,140	2,769	0,723	0,129
Media No Lavado	0,244	0,129	2,782	0,759	0,136
Valor de P	1,8*10 ⁻⁵	0,053	0,939	0,465	0,458
Varianza Lavado	4,5 *10 ⁻⁴	4,0*10 ⁻⁴	0,340	0,042	1,2*10 ⁻³
Varianza No Lavado	1,0 *10 ⁻³	5,6*10 ⁻⁴	0,411	0,031	1,0*10 ⁻³
Valor de P	0,035	0,386	0,612	0,404	0,750

Nota: los valores del tiempo de estabilidad oxidativa (T.E.O) y de K₂₃₂ se presentan a la inversa pues bajo esa forma siguen una distribución Normal.